

Studi Kelayakan Kadar Air, Abu, Protein, dan Arsen (As) Pada Sayuran Di Pasar Sunter, Jakarta Utara, Sebagai Bahan Suplemen Makanan

Tia Ari Santya, Nuryanti
Fakultas Farmasi Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl. Sunter Permai Raya, Jakarta 14350
E-mail: nury.yanti014@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan studi mengenai uji kelayakan bahan baku pembuatan suplemen makanan pada daun dan batang kangkung (*Ipomoeae reptans*), sawi hijau (*Brassica juncea*), daun dan batang bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L), daun dan batang bayam merah (*Alternanthera amoena voss*), selada (*Lactuca sativa* L), dan kol (*Brassica oleraceae* L. var. *Capitala* L) yang diperoleh dari Pasar Sunter dengan menggunakan beberapa parameter yaitu uji kadar air dengan menggunakan metode gravimetri, kadar abu dengan metode oven, kadar protein menggunakan metode kjeldahl dan kadar cemaran logam berat arsen dengan menggunakan menggunakan alat instrumentasi *Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)*. Dari hasil penelitian didapat hasil berupa sayuran layak untuk dijadikan bahan baku suplemen makanan yang ditinjau dari kadar air, kadar protein dan kadar cemaran logam berat arsen (As), namun tidak layak untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan suplemen makanan apabila ditinjau dari segi kadar abunya.

Kata kunci : *arsenic, sayuran, ICP-OES*

Feasibility Study of Water, Ash, Protein and Arsenic Content in Vegetables at Sunter Market, North Jakarta as a Raw Material For Food Suplemen

Abstract

A study of feasibility of food supplement raw material from Sunter Market has been carried out. These vegetables kale (*Ipomoeae reptans*), mustard greens (*Brassica juncea*), green spinach (*Amaranthus tricolor* L), red spinach (*Alternanthera amoena voss*), lettuce (*Lactuca sativa* L) and cabbage (*Brassica oleraceae* L. var. *Capitala* L) by using several parameters water content test with gravimetry method, ash content, protein content test with kjeldahl method and levels of contamination of heavy metal arsenic with an Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometry. The result showed that the biggest water content (95,35%) and ash content (20,44%) is found in green spinach. The biggest protein content found is found in lettuce (28,37%) and the biggest arsenic metal contamination is found in lettuce. That vegetables suitable to be used as raw materials for making food supplement when viewed from the water content, protein and arsenic content but not suitable to be used as raw material for making food supplements when viewed from ash content.

Key words : *arsenic, vegetables, ICP- OES*

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Kandungan vitamin dan mineral yang terdapat pada sayuran sangat dibutuhkan

oleh tubuh manusia karena itu sayuran dipilih sebagai bahan pangan pokok untuk dikonsumsi sehari-hari (Widaningrum, 2007).

Beberapa jenis sayuran banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Baik dikonsumsi langsung atau sayuran yang diolah terlebih dahulu menjadi berbagai macam jenis masakan. Sayuran kangkung, sawi hijau, selada air, kol, bayam merah dan bayam hijau, banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena harganya yang murah, selain itu sayur tersebut juga mengandung zat-zat gizi seperti vitamin, mineral, antioksidan yang penting bagi kesehatan tubuh manusia. Sayur berperan dalam melancarkan saluran pencernaan, sehingga sisa-sisa metabolisme yang tidak dibutuhkan akan dikeluarkan dari tubuh dan mencegah terjadinya pengendapan yang dapat menimbulkan penyakit (Widaningrum, 2007).

Suplemen makanan merupakan suatu produk yang berfungsi untuk melengkapi kebutuhan gizi pada manusia. Suplemen mengandung vitamin, mineral, asam amino dan bahan lain dalam jumlah terkonsentrasi yang dibutuhkan oleh tubuh. Suplemen makanan dapat berasal dari tumbuhan maupun bukan. Suplemen makan dapat berupa padat seperti tablet, kapsul, pil, tablet kunyah, tablet hisap, maupun produk cair seperti cairan tetes dan sirup (BPOM, 2004). Pembuatan suplemen makanan dapat ditinjau dari beberapa parameter yaitu seperti kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar cemaran logam berat yang terdapat dalam sayuran tersebut.

Air merupakan komponen kimiawi terbesar yang terkandung dalam bahan pangan dan merupakan cairan yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Air berfungsi sebagai alat transportasi zat-zat gizi dan limbah metabolisme dan sebagai fasilitator terhadap sifat dinamis makromolekul enzim. Air yang terkandung dalam bahan pangan berperan dalam meningkatkan kesegaran, keawetan, stabilitas, dan membantu reaksi-reaksi kimia (Kusnandar, 2011).

Abu merupakan residu organik yang berasal dari proses pembakaran komponen organik bahan pangan. Perhitungan kadar abu pada sayuran yang akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan suplemen makanan perlu dilakukan karena dapat berfungsi untuk mengevaluasi nilai gizi pada suatu bahan pangan terutama mineral (Apriliantono, 1988).

Protein merupakan sumber asam amino yang berperan sebagai zat pembentuk jaringan baru, berperan dalam metabolisme tubuh dan juga sebagai bahan bakar yang tidak dapat dipenuhi oleh karbohidrat dan lemak yang terdapat pada bahan pangan merupakan salah satu penentu mutu bahan pangan itu sendiri (Winarno, 2004).

Udara di alam tidak pernah bebas polutan. Meningkatnya kendaraan bermotor di kota besar merupakan salah satu penyumbang terbanyak pencemaran logam di udara. Logam berat atau zat pencemar tersebut akan menyebar kelingkungan sekitar. Peningkatan pencemar tersebut dapat dipengaruhi oleh keadaan geografis dan meteorologi lingkungan sekitar (Wardana, 2004).

Beberapa jenis sayuran yang dijual di pasar diindikasikan tercemar logam berat (Cahyadi, 2004). Hal ini dapat disebabkan karena kesalahan penanaman sayur-sayur tersebut. Sayur-

sayuran tersebut biasanya ditanam di pinggir jalan raya sehingga memiliki resiko terpapar logam berat yang tinggi. Pencemaran logam berat pada sayuran tersebut apabila dikonsumsi oleh manusia dalam jangka waktu yang lama dapat mengganggu sistem saraf, aliran darah, dan kerja ginjal (Widaningrum, 2007).

Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki berat molekul yang tinggi (Agustina, 2010). Logam berat menjadi penyebab pencemar lingkungan yang berbahaya karena sifat logam yang tidak dapat dihancurkan oleh organisme hidup sehingga terakumulasi di lingkungan (Rohyatun *et al.*, 2007). Arsen merupakan salah satu logam berat yang dikenal bersifat karsinogen. Apabila kita mengonsumsi suatu makanan yang mengandung arsenik (As) dampak akan terlihat dalam jangka panjang seperti pigmentasi kulit, keratosis biasanya akan terlihat setelah 5 tahun akumulasi arsenik (Paul, 2004).

Penelitian yang dilakukan oleh Ridwan Harahap di Banda Aceh menyatakan bahwa bayam merah dan bayam hijau yang diteliti mengandung logam arsen (As). sebesar 0,35 mg/kg pada bayam hijau dan 0,40 mg/kg pada bayam merah hal ini menyatakan bahkan sayuran tersebut mendekati batas maksimal cemaran logam.

Berdasarkan uraian diatas sehingga diperlukan suatu penelitian mengenai akumulasi logam berat arsen (As) pada beberapa sayuran yang di jual di Pasar Tradisional Sunter, sehingga dapat dilakukan peninjauan dari keamanan dari suatu bahan pangan yang akan digunakan sebagai suplemen makanan.

MATERIAL DAN METODE

Sampel sayuran yang digunakan yaitu Bayam Hijau (*Amaranthus tricolor*), Bayam Merah (*Alternanthera amoena*), Kangkung (*Ipomea reptans*), Sawi Hijau (*Brassica juncea*), Selada (*Lactuca sativa*), Kol (*Brassica oleracea var. Capitata*) yang didapat secara random non probability dari salah satu pedagang sayur di Pasar Sunter, Jakarta Utara.

Preparasi sampel, uji kadar air dan kadar abu sampel sayuran dilakukan di Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta. Uji kadar protein dilakukan di Laboratorium Bea Cukai, Jakarta dan pengujian kandungan kadar logam berat arsen (As) dengan menggunakan instrumentasi ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometry*) dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Jakarta.

Penelitian dilaksanakan dari bulan Mei- September 2018. Pengambilan sampel dilakukan di Pasar Tradisional Sunter terletak di Jl. Sunter Karya Utara II, Kelurahan Sunter Agung, Kecamatan Tanjung Priok.

Peralatan yang digunakan adalah Alat-alat gelas, kui, cawan uap, oven , plastik polyethylene, spatel, mixer, eksikator, neraca analitik ketelitian $\pm 0,0001$ gram neraca analitik ketelitian $\pm 0,00001$ gram, neraca dengan ketelitian $\pm 0,01$ gram, tanur. Kjeldahl analizer, tabung polypropylene, kertas saring, kertas perkamen, corong, lemari asam, rak autosampler, dan alat ICP-OES. Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah larutan standar arsen (As), larutan Asam nitrat (HNO_3) (70%) p.a, larutan Asam sulfat p.a (H_2SO_4) (65%) p.a,

larutan Asam perklorat HClO_4 (70%) p.a, serbuk Tembaga sulfat (CuSO_4), serbuk Kalium sulfat (K_2SO_4), larutan Asam borat 4% (H_3BO_3) p.a, larutan Natrium hidroksida (NaOH) (50%) p.a, larutan H_2SO_4 pekat (97%) p.a, larutan Asam klorida (HCl) 0,1 N p.a, H_2O_2 pekat 30% p.a, Indikator BCG-MR, Aqua destilata, es batu, batu didih.

Sampel sayuran yang digunakan dicuci dengan menggunakan air keran dan dibilas 2 kali dengan menggunakan aqua destilata lalu dikeringkan dengan dialasi dengan kertas saring. Pada bayam hijau, bayam merah dan kangkung dilakukan pemisahan antara daun dan batangnya. Kemudian sampel sayuran dikeringkan dalam oven pada suhu $105-110^\circ \text{C}$ selama 24 jam.

Untuk uji kadar air cawan kosong dipanaskan pada oven selama 30 menit pada suhu 105°C , kemudian didinginkan pada deksikator selama 15 menit, timbang (W_0). Dua gram sampel dimasukan kedalam cawan yang tadi sudah dihitung bobotnya, timbang (W_1), lalu keringkan pada oven selama 3 jam pada suhu 105°C , dinginkan pada deksikator selama 15-30 menit, cawan dan isinya ditimbang dan dikeringkan kembali selama 1 jam, lalu dinginkan pada deksikator, timbang kembali (W_2). Kandungan air dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan :

W_0 = Berat cawan kosong

W_1 = Berat cawan + sampel awal (sebelum pemanasan dalam oven)

W_2 = Berat cawan + sampel awal (setelah pendinginan dalam eksikator).

Pengujian kadar abu kui kosong dipanaskan kedalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C , dinginkan kui tersebut pada desikator selama 15 menit, timbang beratnya (W_0). Satu gram sampel masukan kedalam kui tersebut, timbang beratnya (W_1). Panaskan kui yang telah terisi sampel tersebut kedalam hot plate dengan suhu 250°C sampai didapatkan sampel yang tidak berasap lagi dan sampel berubah warna menjadi hitam setelah itu masukan sampel tersebut kedalam tanur bersuhu 300°C yang kemudian dinaikan suhunya menjadi 600°C selama 5-7 jam, keluarkan dari tanur dan dinginkan hingga suhunya $\pm 120^\circ \text{C}$, kemudian masukan kedalam desikator. Timbang kui dan abu tersebut hingga didapat berat yang konstant (W_2). Hitung kadar abu dengan rumus:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

Keterangan :

W_0 = Berat kui kosong.

W_1 = Berat kui + sampel awal sebelum proses pengabuan (gram).

W_2 = Berat kui + sampel setelah proses pengabuan (gram).

Untuk uji kadar protein sampel yang telah dihaluskan diambil sebanyak 1 gram masukan kedalam labu kjeldahl, tambahkan 7 gram K_2SO_4 dan 0,8 gram CuSO_4 . Tambahkan

larutan H_2SO_4 pekat 12 mL (lakukan didalam lamari asam). Proses destruksi dilakukan didalam ruangan asam dengan memanaskan sampel yang berada pada labu Kjeldahl dengan kompor listrik lakukan hingga berwarna hijau tosca. Dinginkan labu Kjeldahl diamkan selama 20 menit. Tambahkan 25 mL Aquadest kedalam labu Kjeldahl yang telah berisi Tambahkan NaOH 40% sebanyak 50 mL dan beberapa butir batu didih kedalam labu Kjeldahl yang berisi sampel. Tambahkan H_3BO_3 4% sebanyak 30 mL kedalam erlenmeyer tambahkan indikator BCG-MR sebanyak 3 tetes untuk menangkap destilat dari hasil destilasi. Lakukan perangkaian alat destilasi. Destilat yang didapat dari hasil destilasi dititrasi menggunakan larutan standar HCL 0,1 N sehingga terjadi perubahan warna menjadi merah muda seulas. Lakukan prosedur yang sama untuk menghitung % N blanko (sampel diganti dengan aquadest). Kadar protein dapat dihitung dengan rumus:

$$\% N = \frac{(V_b - V) \times N \text{ NaOH} \times Ba N \times FP}{W_s \times 1000} \times 100$$

% Protein kasar = % N x faktor konversi protein.

Dimana :

V_b = Jumlah mL NaOH untuk titrasi blanko

V_s = Jumlah mL NaOH untuk titrasi sampel

N = Normalitan NaOH standar yang digunakan

Ba N = Berat atom nitrogen (14,008)

Fp =Faktor pengenceran yang digunakan

W_s = Berat sampel dalam gram

FK = Faktor konversi (6,25)

% N = kadar Nitrogen (%)

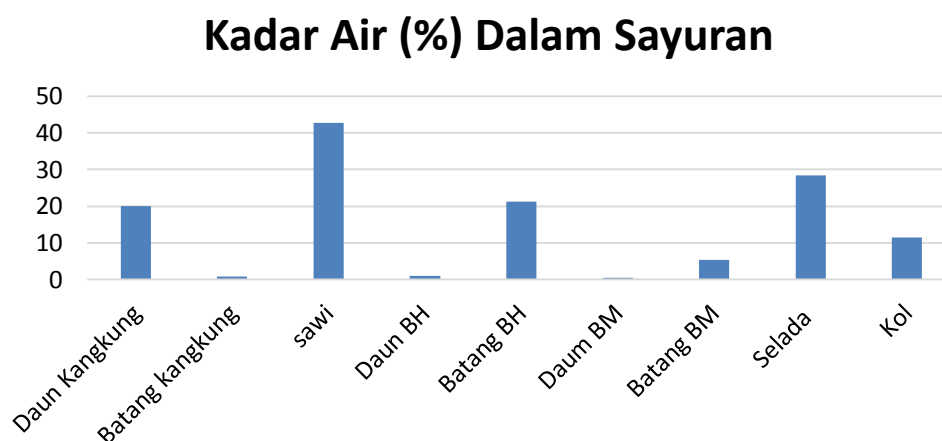
Untuk preparasi sampel sebanyak 5 gram sayuran dimasukan kedalam tabung *polypropylene*, kemudian lakukan digesti dengan campuran asam 10 mL campuran asam HNO_3 (60%), H_2O_2 (35%), dengan rasio perbandingan 1: 4 kemudian masukan kedalam microwave selama 3 jam dengan suhu $190^0 C$, setelah itu saring larutan kedalam labu ukur 25 mL encerkan sampai batas kalibrasi. Selanjutnya larutan standar arsen (As) yang berkonsentrasi 1000 ppm diencerkan dengan akuadest hingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; dan 0,5 ppm. Sampel yang telah dipreparasi untuk kemudian dianalisa dengan menggunakan alat ICP-OES pada panjang gelombang 189,042 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kadar air yang dianalisa mengandung air yang tinggi. Pada daun dan batang kangkung kandungan air sebesar 91,03% dan 94,29%, hasil yang sama dengan penelitian Kohar tahun

2005 91,47-93,03%. Sawi hijau didapati kandungan airnya sebesar 92,62% sama dengan data dari DepKes RI tahun 2012 yaitu sebesar 92,2%. Pada daun dan batang Bayam Hijau didapati kadar air sebesar 88,91% dan 95,35% hasilnya sama dengan penelitian Schonfeldt dan Pretorius 2011 yaitu sebesar 89,9%. Pada daun dan batang Bayam merah menunjukkan hasil sebesar 86,85% dan 93,15%, hasil yang sesuai dengan penelitian Nirmalayanti, 2017 yaitu 83,82- 87,89%. Kandungan air pada Selada berkisar 95,27%, hal ini serupa dengan kadar air pada penelitian lain Wicaksono, 2008 94,80 % dan pada sayuran Kol terdapat kadar air sebesar 91,98% hal ini sama dengan data dari DepKes RI tahun 1981 yaitu sebesar 91-93%.

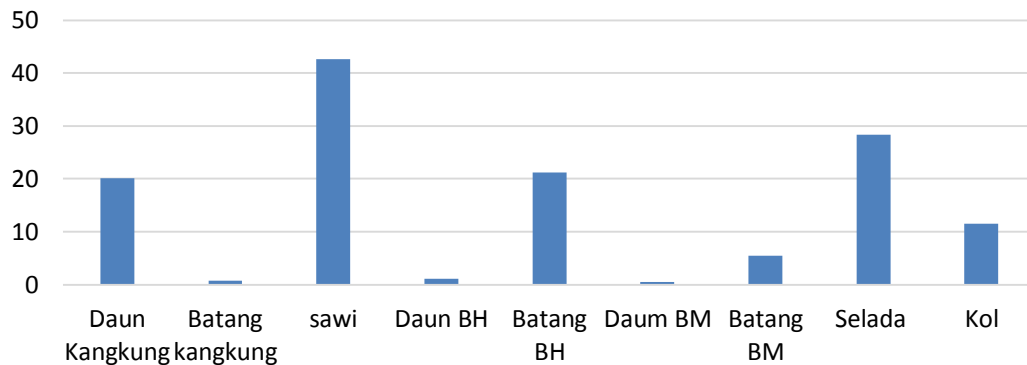
Kandungan air pada bahan pangan berhubungan dengan mutu suatu bahan pangan. Air yang terkandung dalam bahan pangan dapat dijadikan sebagai parameter kestabilan selama penyimpanan dan penentu mutu organoleptik. Bahan pangan yang tinggi kandungan airnya waktu simpannya tidak lama dan lebih mudah dihindari mikroorganisme. Pangan dengan kandungan air rendah memiliki daya simpan yang lebih baik (Kusnandar, 2011).



Gambar 1. Kadar air dalam sayuran

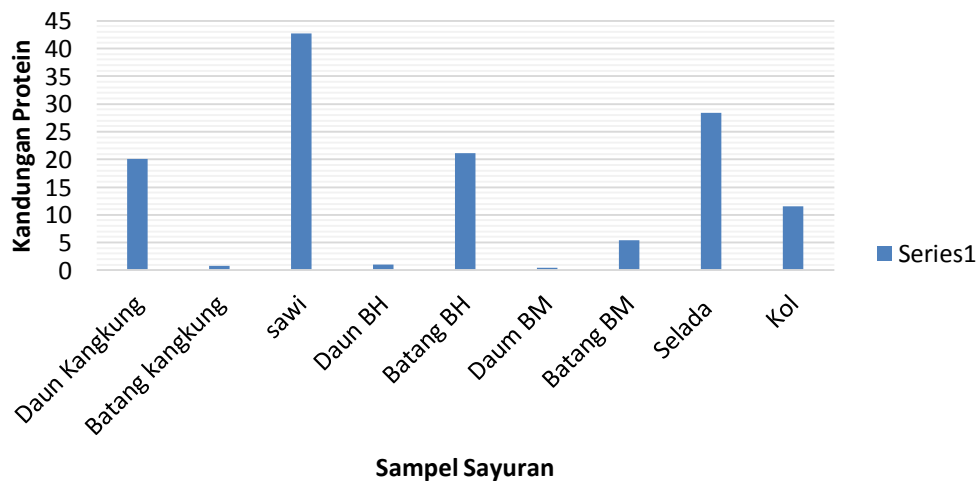
Kadar abu yang didapat pada diagram batang diketahui bahwa kadar abu sampel sayuran yang dianalisa terkecil 7,13% pada kubis dan yang terbesar pada batang bayam hijau yaitu 20,44%. Hal ini tidak sesuai dengan literatur kadar abu pada sayuran yang seharusnya hanya 1%. Pada penelitian ini tidak menunjukkan kesesuaian dengan literatur. Perbedaan dengan literatur tersebut kemungkinan dikarenakan adanya sisa silika yang masih terkandung pada bahan pangan yang dianalisa. Unsur silika merupakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Silika tersebut berperan dalam meningkatkan fotosintesis, melindungi tanaman dari cuaca yang ekstrim dan kekeringan (Warta penelitian dan Pengembangan Pertanian).

Kadar Abu (%) dalam Sayuran



Gambar 2. Kadar abu dalam sayuran

Kadar protein yang didapatterbesar terkandung pada sawi hijau, selada, batang bayam hijau dan daun kangkung cukup tinggi yaitu 42,68% , 28,37%, 21,18% dan 20,06%. Tingginya kadar protein ini dapat disebabkan karena nitrogen yang berasal dari pupuk yang ikut terukur pada sayuran tersebut. Kadar protein yang didapat pada daun bayam merah yaitu 0,5% kadar ini lebih kecil dibanding kadar protein yang didapat pada penelitian lain yaitu sebesar 2,2% (Mien, *et al.*, 2009). Susu merupakan bahan yang dapat digunakan untuk menetralkan logam berat yang masuk ke dalam tubuh karena kandungan proteinnya. Ion-ion positif dapat mengendapkan protein karena sifat itulah susu dapat digunakan sebagai antidotum saat seseorang mengalami keracunan logam berat (Anna, 1994).



Gambar 3. Kandungan protein dalam sayuran

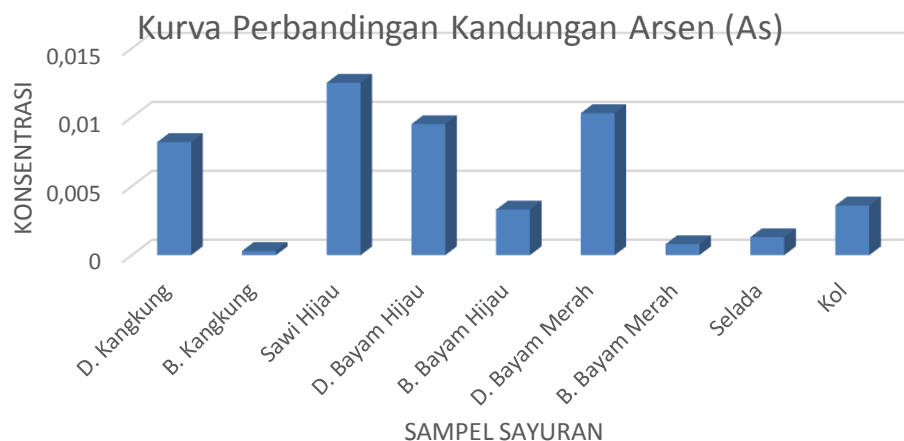
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa Dari 9 sampel yang diteliti menunjukan bahwa sawi hijau paling tinggi tercemar oleh logam berat arsen (As) dengan konsentrasi 0,0125 $\mu\text{g/g}$. Hal ini dapat disebabkan karena penanaman bayam merah yang lebih dekat dengan sumber pencemaran logam arsen (As). Pada daun dan

batang kangkung menunjukkan cemaran logam arsen sebesar 0,0082 µg/g dan 0,0003 µg/g. Daun dan batang bayam hijau sebesar 0,0095 µg/g dan 0,0033 µg/g. Daun dan batang bayam merah sebesar 0,0103 µg/g dan 0,0008 µg/g. Selada dan kol 0,0013 µg/g dan 0,0036 µg/g.

World of Organization (WHO) menyatakan bahwa asupan mingguan yang dapat ditoleransi (PTWI) dari total logam arsen (As) yaitu 0,015 mg/kg berat badan dan untuk asupan harian tergantung dari berat badan. Jika seseorang berat badannya 60 kg, maka asupan hariannya yaitu $0,0015 \text{ mg/kg} \times 60 \text{ kg} = 0,9 \text{ mg/ minggu}$ dan untuk hariannya yaitu 0,128 mg/hari.

Arsen dapat terakumulasi dalam tubuh sebesar 90% dan akan tersimpan pada dinding saluran pencernaan, hati, ginjal, paru. Jumlah sedikitnya akan tersimpan pada kuku dan rambut yang dapat terdeteksi dalam waktu yang lama setelah keracunan kronis. Dalam darah yang normal terdapat kandungan arsen 0,2 µg/100 mL, pada konsisi keracunan sebesar 10 µg/100 mL dan pada orang mati yang keracunan arsen ditemukan 60-90 µg/g/100 m (Wijayanto, 2005)

Arsen dapat masuk kedalam tubuh manusia dapat melalui udara, konsumsi makanan dan minuman yang telah tercemar logam berat arsen (As). Arsen tersebut kemudian akan masuk kedalam lambung dan usus halus dan kemudian di edarkan pada peredaran darah. Gejala toksisitas arsen (As) berupa sakit perut hal ini disebabkan karena pelebaran pembuluh darah yang menyebabkan lepuh pada lapisan submukosa lambung dan usus. Gejala lainnya seperti mual, muntah dan diare. Gas arsenik dapat menyebabkan hemolisis dalam waktu 3-4 jam dan mengakibatkan nekrosis tubulus ginjal akut sehingg mengakibatkan kegagalan ginjal, gejala toksisistas arsen akut yaitu alopesia, persendian tangan lumpuh, kaki.



Gambar 4. Kandungan arsen (As) dalam sayuran

KESIMPULAN

Hasil perhitungan kadar air pada sayuran yang dianalisa yaitu 86,85 - 95,35%. Kadar air terkecil terdapat pada daun bayam merah dan kadar air terbesar terdapat pada batang bayam hijau. Hal ini menyatakan bahwa sayuran tersebut layak dijadikan sebagai bahan baku pembuatan suplemen makanan. Hasil perhitungan kadar abu pada sayuran yang dianalisa

yaitu 7,13 - 20,44%. Kadar abu terkecil terdapat pada kol/ kubis dan kadar abu terbesar terdapat pada batang bayam hijau. Hal ini menyatakan bahwa sayuran tersebut tidak layak untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan suplemen makanan. Hasil perhitungan kadar protein pada sayuran yang dianalisa yaitu 0,5 – 28,37% . Kadar protein terkecil terdapat pada daun bayam merah dan kadar protein terbesar terdapat pada selada. Hal ini menyatakan bahwa sayuran tersebut layak untuk dijadikan bahan baku pembuatan suplemen makanan. Hasil perhitungan cemaran kadar logam berada pada range 0,0003-0,0125 µg/g. Cemaran logam arsen terbesar terdapat pada sawi dan cemaran logam arsen terkecil terdapat pada batang kangkung. Kontaminasi logam berat lainnya yang didapat pada sembilan sampel sayuran yang dianalisa pada penelitian ini berturut-turut yaitu Zn > Cu > Pb > Cd > As > Hg.

DAFTAR REFERENSI

- Agustina, Titin. 2010. *Kontaminasi Logam Berat dan Dampaknya Pada Kesehatan*. Jakarta. Teknubug.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association Analytical Chemist, Inc.*
- Apriliyantono, D. F. A. 1988. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. Bogor: Departemen Pendidikan Tinggi Pusat dan Kebudayaan. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antara Universitas Pangan dan Gizi: IPB
- Austin. DF. 2007. *Water Spinach (Ipomoea aquatica Convolvulaceae) a Food Gone wild. Ethobotany Research and Application*. P:123-146.
- Boss, C. B dan Kenneth J.F. 1997. *Concepts Instrumental and Techniques Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry. Secondary edition* .USA : Perkin Elme.
- Cahyono. B, 2003. *Teknik dan Strategi Budi Daya Sawi Hijau*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Caravati, EM. 2004. *Arsenic and arsine Gas, Third edition*. Philadelphia: Lippincott Williams dan Wilkins p. 1393-1401.
- Carpette. 2005. *An Introduction to Practical Biochemistry*. 100-101. Mc Graw Hill Book Company. Great Britany.
- Christian JHB. 1980. *Reduced water activity*. New York: Academic press.
- Connel dan Miller. 1995. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*, diterjemahkan oleh Koestoer. Jalarta: University Indonesia Press.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 2012. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhatarra Karya Aksara.
- Festri. 2014. *Studi Dampak arsen (As) Terhadap penurunan Kualitas Hidup*. Surabaya.
- Harahap, Ridwan. 2016. *Analisa Logam Arsenik dan Cadmium Pada Sayuran Bayam Hijau dan Bayam Merah dengan Metode SSA*. Universitas Negri Islam: Jakarta.
- Harmita. 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validitasi Metode dan Cara Perhitungannya*. Majalah Ilmu Kefarmasien. Hal 119-122.

- Hou, Xiandeng dan Brandly T Jones. 2000. *Inductively Coupled Plasma/Optical Emission Spectrometry*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Koestoer, Y. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan dari Chemistry and Ecotoxicology of Pollution* oleh D.W, Connel, UI Press, Jakarta.
- Kohar, Indrajati. 2005. *Studi Kandungan Logam Berat dalam Tanaman Kangkung Umur 3-6 Minggu*. Makara, Sains vol 9 No.2 Surabaya: Universitas Surabaya.
- Lowry, O. H., N. J., Roseburgh, A. L., Farr, R. J. Randali. 1951. *Protein Measurement with The Folin Phenol Reagent. Journal of Biology and Chemistry* 193-265
- Montgomery, R. 1993. *Biokimia Berorientasi Pada Kasus Klinis*. Jakarta : Binarupa Aksara
- Muchtadi. 1989. *Evaluasi Nilai Gizi Pangan*. Departemen Pendidikan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB
- Nirmalayanti, Komang. 2017. *Peningkatan Produksi dan Mutu Tanaman Bayam Merah (Amaranthus amoenus) melalui Beberapa Jenis Pupuk pada Tanah Inceptionis Desa Pegok, Denpasar*. E- jurnal Argoekoteknologi Tropika Vol: 6 No. 1 Bali : Universitas Udayana
- Paul, B. K. 2004. *Arsenic Contamination Awareness Among The Rural Resident in Bangladesh: Social Science and Medicine*. P 1741-1755.
- Rohyatun, E dan Rozak, A. 2007. *Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta*. Makara sain. Vol 11.
- Ruiz, RP. 2005. *Gravimetric Determination of Water by Drying and Weighing*. California: John Wiley & Sohn, Inc.
- Rukmana, R dan Saputra Sugandi. 1995. *Hama Tanaman dan Teknik Pengendalian*. Jakarta: Bumi aksara.
- Saparinto, C. 2013. *Grow Your Own Vegetables- Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di pekarangan*. Yogyakarta: Penebar Swadaya.
- Schonfeldt HC & B Pretorius. 2011. *The Nutrient Content of Five Traditional South African Dark Green Leafy Vegetables, A Preliminary Study*. Journal of Food Composition and Analysis 24 (8). 1141-1146.
- Shaheen, Nazma ; Irfan, Nafis ; Islam, Saiful ; Nourin, Ishrat. 2016. Presence of Heavy Metals in Fruits and Vegetables ; Health Risk Implications in Bangladesh. *Journal of Chemosphere*.
- Standar Dasar Nasional (SNI) 7387. 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*.
- Sudarmadji, S. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi I. Yogyakarta: Liberty.
- Sudarmadji. 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberti
- Wardana, AW. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wicaksono, A. 2008. *Penyimpanan Bahan Makanan Serta Kerusakan Selada*. Fakultas Politeknik Kesehatan: Yogyakarta.

Widodo, R. 2009. *Pemberian Makanan Suplemen Obat pada Anak*. Jakarta: EGC.

Widaningrum, Miskiyah dan Suismono. 2007. *Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol. 3 Hal 1-12.

Winarno F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Utama